

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/076659 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04R 3/00, 1/26

(74) Anwalt: BETTEN & RESCH; Theatinerstr. 8, 80333 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050386

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Januar 2005 (31.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 005 998.5 6. Februar 2004 (06.02.2004) DE

(71) Anmelder und

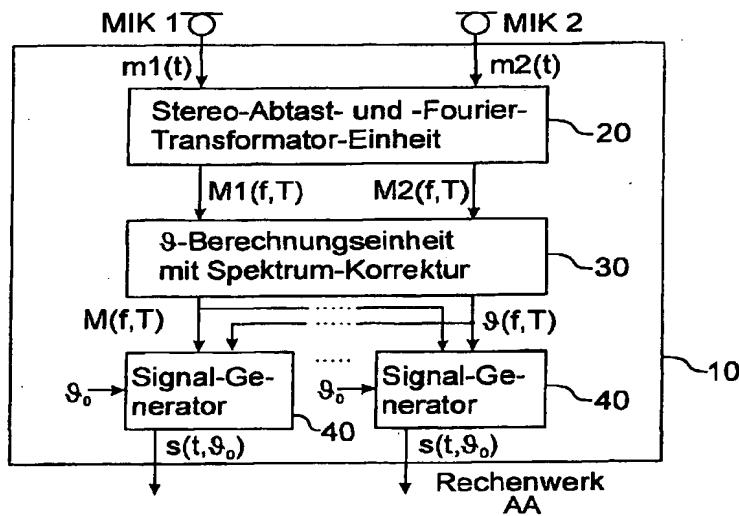
(72) Erfinder: RUWISCH, Dietmar [DE/DE]; Gutenbergstrasse 11, 12557 Berlin (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE SEPARATION OF SOUND SIGNALS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR SEPARIERUNG VON SCHALLSIGNALEN



20... STEREO SCANNING AND FOURIER TRANSFORMER UNIT
30... CALCULATING UNIT WITH SPECTRUM CORRECTION
40... SIGNAL GENERATOR
AA... ARITHMETIC UNIT

which is selected in such a way, that sound signals from an environment (ϑ_{3dB}) around a preferred angle of incidence (ϑ_0) are amplified in relation to sound signals from outside said environment (ϑ_{3dB}); and inverted Fourier transformation of the signal spectrum thus produced.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/076659 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Separierung von Schallsignalen von einer Mehrzahl von Schallquellen, umfassend die Schritte: Anordnen von zwei Mikrofonen (MIK1, MIK2) in einem vorbestimmten Abstand (d) zueinander; Erfassen der Schallsignale mit beiden Mikrofonen (MIK1, MIK2) und Erzeugen zugeordneter Mikrofonsignale (m1, m2); und Separieren des Schallsignals einer der Schallquellen (S1) von den Schallsignalen der anderen Schallquellen (S2) basierend auf den Mikrofonausgangssignalen (m1, m2), wird vorgeschlagen, dass der Schritt des Separierens umfasst: Fourier-Transformieren der Mikrofonausgangssignale zur Ermittlung ihrer Frequenzspektren (M1, M2); Bestimmen der Phasendifferenz (ϕ) zwischen den beiden Mikrofonausgangssignalen (m1, m2) für jede Frequenzkomponente ihrer Frequenzspektren (M1, M2); Bestimmen des Einfallsinkels (δ) jedes einer Frequenz der Frequenzspektren (M1, M2) zugeordneten Schallsignals basierend auf dem relativen Phasenwinkel (ϕ) und der Frequenz; Erzeugen eines Signalspektrums (S) eines auszugebenden Signals durch Verknüpfen eines der beiden Frequenzspektren (M1, M2) mit einer Filterfunktion (F_{δ_0}), die derart gewählt ist, dass Schallsignale aus einer Umgebung (γ_{3dB}) um einen bevorzugten Einfallsinkel (δ_0) herum relativ zu Schallsignalen von außerhalb dieser Umgebung (γ_{3dB}) verstärkt werden; und inverses Fourier-Transformieren des derart erzeugten Signalspektrums.

Verfahren und Vorrichtung zur Separierung von Schallsignalen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Separierung von Schallsignalen.

5

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der digitalen Signalverarbeitung zum Entmischen verschiedener akustischer Signale aus unterschiedlichen Raumrichtungen, welche mit zwei Mikrofonen in bekanntem Abstand stereo aufgenommen werden.

10

Das Gebiet der Quellentrennung, auch „beam forming“ genannt, erfährt wachsende Bedeutung durch die Zunahme der mobilen Kommunikation sowie der automatischen Verarbeitung menschlicher Sprache. In sehr vielen Anwendungen tritt das Problem auf, dass das gewünschte Sprachsignal (Nutzsignal) durch verschiedene Störeinflüsse beeinträchtigt ist. Hier sind hauptsächlich Störungen durch Hintergrundgeräusche, Störungen durch andere Sprecher sowie Störungen durch Lautsprecherausgaben von Musik oder Sprache zu nennen. Die verschiedenen Störeinflüsse erfordern je nach ihrer Art und nach der Vorkenntnis über das Nutzsignal unterschiedliche Behandlungen.

15

Beispielhafte Anwendungen der Erfindung finden sich also in Kommunikationseinrichtungen, in denen die Position eines Sprechers bekannt ist, und in denen Störungen durch Hintergrundgeräusche oder andere Sprecher sowie Lautsprecherausgaben vorhanden sind. Anwendungsbeispiele sind Kfz-Freisprecheinrichtungen, in denen die Mikrofone z.B. im Rückspiegel untergebracht sind und eine sogenannte Richthyperbel auf den Fahrer gerichtet wird. In dieser Anwendung kann eine zweite Richthyperbel auf den Beifahrer gerichtet werden, so dass während eines Telefongesprächs gezielt zwischen Fahrer und Beifahrer hin- und hergeschaltet werden kann.

20

In Fällen, in denen die geometrische Position der Nutzsignalquelle zu den aufnehmenden Mikrofonen bekannt ist, ist die geometrische Quellenseparation ein mächtiges Werkzeug. Das Standardverfahren dieser Klasse von „beam forming“

Algorithmen ist das sog. „shift and add“ Verfahren, bei welchem auf eines der Mikrofonsignale ein Filter angewendet wird, und das gefilterte Signal sodann zum zweiten Mikrofonsignal hinzugaddiert wird (siehe z.B. Haddad und Benoit, „Capabilities of a beamforming technique for acoustic measurements inside a moving car“, The 2002 International Congress and Exposition On Noise Control Engineering, Dearborn, Mi, USA, August 19-21, 2002).

Eine Erweiterung dieses Verfahrens beschäftigt sich mit „adaptiven beam forming“ bzw. „adaptiver Quellenseparation“, wo die Lage der Quellen im Raum a priori unbekannt ist und durch die Algorithmen erst ermittelt werden muss (WO 02/061732, US6,654,719). Hier ist es das Ziel, die Lage der Quellen im Raum aus den Mikrofonsignalen zu bestimmen und nicht, wie beim „geometrischen“ beam forming, fest vorzugeben. Adaptive Verfahren erweisen sich zwar als nützlich, allerdings ist auch hier gewöhnlich a-priori-Information erforderlich, da ein Algorithmus in der Regel nicht entscheiden kann, welche der detektierten Sprachquellen Nutz- und welche Störsignal ist. Nachteilig bei allen bekannten adaptiven Verfahren ist die Tatsache, dass die Algorithmen eine gewisse Adoptionszeit benötigen, bevor ausreichende Konvergenz besteht und die Quellentrennung gelingt. Außerdem sind adaptive Verfahren prinzipiell anfälliger für diffuse Hintergrundstörungen, da diese die Konvergenz erheblich beeinträchtigen können. Ein gravierender Nachteil beim klassischen „shift and add“-Verfahren ist die Tatsache, dass sich mit zwei Mikrofonen lediglich zwei Signalquellen voneinander separieren lassen und die Dämpfung von diffusen Hintergrundschall in der Regel nicht in ausreichendem Maße gelingt.

25

Aus der DE 69314514 T2 ist ein Verfahren zur Separierung von Schallsignalen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 bekannt. Das in diesem Dokument vorgeschlagene Verfahren führt eine Separation der Schallsignale derart durch, dass ein gewünschtes Nutzschallsignal von Umgebungsrauschen befreit wird, und nennt als Anwendungsbeispiele die Sprachsignale eines Fahrzeuginsassen, die auf Grund des allgemeinen und nicht lokalisierten Fahrzeuglärm nur schwer verständlich sind.

Zum Herausfiltern des Sprachsignals schlägt dieses Dokument des Stands der Technik vor, mit Hilfe von zwei Mikrofonen jeweils ein Gesamtschallsignal zu messen, jedes der beiden Mikrophonsignale zur Ermittlung seines Frequenzspektrums einer Fouriertransformation zu unterziehen, in mehreren Frequenzbändern basierend auf der jeweiligen Phasendifferenz einen Einfallswinkel des jeweiligen Signals zu bestimmen, und schließlich die eigentliche "Filterung" vorzunehmen. Hierzu wird ein bevorzugter Einfallswinkel bestimmt, und dann eine Filterfunktion, nämlich ein Rauschspektrum, von einem der beiden Frequenzspektren subtrahiert, wobei dieses Rauschspektrum derart gewählt ist, dass Schallsignale aus der Umgebung des bevorzugten Einfallswinkels, der dem Sprecher zugeordnet ist, relativ zu den anderen Schallsignalen, die im wesentlichen Hintergrundlärm des Fahrzeugs darstellen, verstärkt werden. Das derart gefilterte Frequenzspektrum wird anschließend einer inversen Fourier-Transformation unterzogen und als gefiltertes Schallsignal ausgegeben.

15

Das in der DE 69314514 T2 offenbarte Verfahren leidet an mehreren Nachteilen:

a) Die Schallsignalseparation gemäß diesem Dokument des Stands der Technik basiert auf dem vollständigen Entfernen eines Anteils des 20 ursprünglich gemessenen Gesamtschallsignals, nämlich demjenigen Anteil, der als Rauschen bezeichnet wird. Dieses Dokument geht nämlich von einem akustischen Szenario aus, bei dem nur eine einzige Nutzschallquelle vorhanden ist, deren Signale gleichsam eingebettet sind in Störsignale von nicht beziehungsweise weniger lokalisierten Quellen, insbesondere Fahrzeuglärm. Das Verfahren gemäß diesem Dokument des Stands der Technik erlaubt daher ausschließlich das Herausfiltern dieses einen Nutzsignals durch vollständiges Eliminieren aller Rauschsignale.

25

In Fällen mit einem einzigen Nutzschallsignal mag das Verfahren gemäß dieses Dokuments zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Es kann jedoch auf Grund seines Grundprinzips nicht sinnvoll in

5 Situationen eingesetzt werden, in denen nicht nur eine Nutzschallquelle, sondern mehrere derartige Quellen zum Gesamtschallsignal beitragen. Dies liegt insbesondere daran, dass gemäß dieser Lehre nur ein einziger sog. dominanter Ankunftsinkel verarbeitet werden kann, nämlich derjenige Einfallswinkel, unter dem das energiereichste Schallsignal einfällt. Alle Signale, die unter anderen Ankunfts winkeln auf die Mikrophone fallen, werden zwangsläufig als Rauschen behandelt.

10 b) Darüber hinaus scheint dieses Dokument selbst davon auszugehen, dass die dort vorgeschlagene Filterung in Form einer Subtraktion des Rauschspektrums von einem der beiden Frequenzspektren noch keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefert. Daher sieht dieses Dokument zusätzlich, nämlich unmittelbar vor dieser eigentlichen Filterung, noch eine weitere Signalverarbeitung vor: Es werden nämlich in allen Frequenzbändern, nachdem der dominante Einfallswinkel bestimmt worden ist, durch entsprechende Phasenverschiebung eines der beiden fourier-transformierten Schallsignale in diesem Frequenzband die Rauschanteile im jeweiligen Frequenzband relativ zu den in diesem Frequenzband möglicherweise ebenfalls enthaltenen Nutzschallsignalen abgeschwächt. Somit sieht dieses Dokument die in ihr offenbarte Filterung in Form einer Subtraktion des Rauschspektrums offenbar selbst als ungenügend an, so dass sie selbst weitere, nämlich unmittelbar vorhergehende 15 Signalverarbeitungsschritte vorschlägt, die durch hierfür gesondert bereitgestellte Bauteile vorgenommen werden. Insbesondere benötigt das System zusätzlich zu einer Rauschspektrumsubtraktionsvorrichtung (Vorrichtung 24 in der einzigen Figur dieses Dokuments) vorgeschaltete Mittel 20 zur Phasenverschiebung sowie Mittel 21 zur 20 phasenrichtigen Addition von Spektren in den einzelnen Frequenzbändern (vergleiche die entsprechenden Bauteile in der einzigen Figur dieses Dokuments).

25

30

Hierdurch werden das Verfahren und die zu seiner Durchführung erforderliche Vorrichtung aufwendig.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur

5 Separierung von Schallsignalen von einer Mehrzahl von Schallquellen sowie eine entsprechende Vorrichtung vorzuschlagen, die durch den reinen Filterschritt eine ausreichende Qualität der Ausgangssignale erzeugen, ohne zuvor eine phasenrichtige Addition von Schallspektren in verschiedenen Frequenzbändern durchführen zu müssen, um eine zufriedenstellende Separierung zu erzielen, und die
10 10 es ferner erlaubt, nicht nur Signale einer einzigen Nutzschallquelle von allen anderen Schallsignalen zu befreien, sondern grundsätzlich in der Lage ist, Schallsignale von einer Mehrzahl von Schallquellen ohne Eliminierung separat auszugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch

15 1 bzw. eine Vorrichtung nach Anspruch 7 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen definiert.

Das erfindungsgemäße Verfahren benötigt keine Konvergenzzeit und kann mit zwei Mikrofonen mehr als zwei Schallquellen im Raum separierbaren, 20 sofern diese in ausreichendem Maße räumlich getrennt sind. Das Verfahren stellt nur geringe Anforderungen an Speicherbedarf und Rechenleistung, und es ist sehr stabil gegenüber diffusen Störsignalen. Anders als beim herkömmlichen beam forming lassen sich solche diffusen Störungen effektiv dämpfen. Wie bei allen Zwei-Mikrofon-Verfahren sind die Raumbereiche, zwischen denen das Verfahren differenzieren 25 kann, rotationssymmetrisch zur Mikrofon-Achse, d.h. zu der Geraden, welche durch die beiden Mikrofonpositionen definiert ist. In einem Schnitt durch den Raum, welcher die Symmetriearchse enthält, entspricht der Raumbereich, in dem sich eine Schallquelle befinden muss um als Nutzsignal betrachtet zu werden, einer Hyperbel. Der Winkel θ_0 , den der Scheitel der Hyperbel zur Symmetriearchse einnimmt, ist frei 30 wählbar, und die Breite der Hyperbel, welche durch einen Winkel γ_{3db} bestimmt wird, ist ebenfalls ein wählbarer Parameter. Mit nur zwei Mikrofonen lassen sich gleichzeitig Ausgangssignale zu beliebigen, verschiedenen Winkeln θ_0 erzeugen, wobei die Trennschärfe zwischen den Bereichen mit dem Überlappungsgrad der

entsprechenden Hyperbeln abnimmt. Schallquellen innerhalb einer Hyperbel werden als Nutzsignale betrachtet und mit weniger als 3 db gedämpft. Störsignale werden in Abhängigkeit ihres Einfallswinkels θ eliminiert, wobei eine Dämpfung von >25db für Einfallswinkel θ außerhalb der Akzeptanzhyperbel erreichbar ist.

5

Das Verfahren arbeitet im Frequenzbereich. Das einer Richthyperbel zuzuordnende Signalspektrum entsteht durch Multiplikation einer Korrekturfunktion $K2(x1)$ sowie einer Filterfunktion $F(f,T)$ mit dem Signalspektrum $M(f,T)$ eines der Mikrofone. Die Filterfunktion entsteht durch spektrale Glättung (z.B. durch Diffusion) einer Zuordnungsfunktion $Z(\theta-\theta_0)$, wobei im Argument der Zuordnungsfunktion der berechnete Einfallswinkel θ einer spektralen Signalkomponente steht. Dieser Einfallswinkel θ wird aus dem Phasenwinkel ϕ des komplexen Quotienten der Spektren der beiden Mikrofonsignale, $M2(f,T)/M1(f,T)$, ermittelt, indem man ϕ mit der Schallgeschwindigkeit c multipliziert und durch $2\pi fd$ dividiert, wobei d den Mikrofonabstand bezeichnet. Das Ergebnis $x1=\phi c/2\pi fd$, welches zugleich das Argument der Korrekturfunktion $K2(x1)$ ist, liefert nach Beschränkung $x=K1(x1)$ auf einen Betrag kleiner oder gleich eins den Kosinus des Einfallswinkels θ , welcher im Argument der Zuordnungsfunktion $Z(\theta-\theta_0)$ steht; $K1(x1)$ bezeichnet dabei eine weitere Korrekturfunktion.

20

Kurzbeschreibung der Abbildungen:

Fig. 1 zeigt die Definition des Einfallswinkels θ durch die Positionen beiden Mikrofone, deren Signale verarbeitet werden.

25

Fig. 2 zeigt beispielhaft eine Zuordnungsfunktion $Z(\theta)$ mit Halbwertsbreite $2\gamma_{3db}$, aus welcher eine Hyperbel mit Scheitel bei $\theta=0$ resultiert.

Fig. 3 zeigt eine Hyperbel mit Scheitel bei $\theta=\theta_0$, die die Richtcharakteristik der Quellenseparation bestimmt. Signale innerhalb des durch die Hyperbel definierten Raumbereichs werden mit einer Dämpfung <3db als Nutzsignal ausgegeben

Fig. 4 zeigt den Aufbau des Quellenseparators, in welchem die Zeitsignale zweier Mikrofone, $m_1(t)$ und $m_2(t)$, in einer Stereo-Abstast- und -Fourier-Transformator-Einheit (20) zu Spektren $M_1(f,T)$ und $M_2(f,T)$ transformiert werden, wobei T den Zeitpunkt der Entstehung der Spektren bezeichnet. Aus den Spektren wird in der ϑ -Berechnungseinheit (30) der frequenzabhängige Einfallsinkel $\vartheta(f,T)$ sowie das korrigierte Mikrofonspektrum $M(f,T)$ berechnet, woraus in Signalgeneratoren (40) für verschiedene Richtwinkel ϑ_0 Ausgangssignale $s_{\vartheta_0}(t)$ entstehen.

10

Fig. 5 zeigt den Aufbau der ϑ -Berechnungseinheit (30), in welcher der Phasenwinkel $\phi(f,T)$ einer spektralen Komponenten des komplexen Quotienten der beiden Mikrofonspektren $M_1(f,T)$ und $M_2(f,T)$ berechnet wird, welcher sodann mit der Schallgeschwindigkeit c zu multiplizieren und durch $2\pi f d$ zu dividieren ist, wobei d den Mikrofonabstand bezeichnet. Bei dieser Operation entsteht die Größe $x_1(f,T)$, welche das Argument der beiden Korrekturfunktionen K_2 und K_1 darstellt. Mit diesen Korrekturfunktionen entsteht das korrigierte Mikrofonspektrum $M(f,T)=M_1(f,T)*K_2(x_1(f,T))$ sowie die Größe $x(f,T)=K_1(x_1(f,T))$, aus welcher durch Anwendung der Arcuskosinus-Funktion der Einfallsinkel $\vartheta(f,T)$ zu berechnen ist.

20

Fig. 6 zeigt einen Signalgenerator, in welcher eine Zuordnungsfunktion $Z(\vartheta-\vartheta_0)$ mit einem einstellbaren Winkel ϑ_0 durch spektrale Diffusion zu einer Filterfunktion $F(f,T)$ geglättet wird, welche mit dem korrigierten Mikrofonspektrum $M(f,T)$ zu multiplizieren ist. Daraus resultiert ein Ausgangsspektrum $S_{\vartheta_0}(f,T)$, aus welchem durch inverse Fouriertransformation ein Ausgangssignal $s_{\vartheta_0}(t)$ entsteht, welches die Schallsignale innerhalb des durch die Zuordnungsfunktion Z und den Winkel ϑ_0 festgelegten Raumbereichs enthält.

Fig. 7 zeigt exemplarisch die beiden Korrekturfunktionen $K_2(x_1)$ und $K_1(x_1)$.

Ein Grundgedanke der Erfindung ist es, jeder spektralen Komponente des einfallenden Signals zu jedem Zeitpunkt T einen Einfallswinkel θ zuzuordnen und allein anhand des berechneten Einfallswinkels zu entscheiden, ob die entsprechende Schallquelle innerhalb einer gewünschten Richthyperbel liegt, oder nicht. Um die 5 Zugehörigkeitsentscheidung etwas abzumildern, wird anstatt einer harten Ja/Nein-Entscheidung eine „weiche“ Zuordnungsfunktion $Z(\theta)$ (Fig. 2) benutzt, die einen kontinuierlichen Übergang zwischen erwünschten und unerwünschten Einfallsrichtungen erlaubt, was sich vorteilhaft auf die Integrität der Signale auswirkt. Die Breite der Zuordnungsfunktion entspricht dann der Breite der Richthyperbel (Fig. 10 3). Durch Division der komplexen Spektren der beiden Mikrofonsignale wird zunächst für jede Frequenz f zu einem Zeitpunkt T die Phasendifferenz ϕ berechnet. Mit Hilfe der Schallgeschwindigkeit c und der Frequenz f der entsprechenden Signalkomponente lässt sich aus der Phasendifferenz ein Wegunterschied berechnen, der zwischen den beiden Mikrofonen liegt, wenn das Signal von einer 15 Punktquelle ausgesandt wurde. Ist der Mikrofonabstand d bekannt, ergibt eine einfache geometrische Überlegung, dass der Quotient x_1 aus Wegunterschied und Mikrofonabstand dem Kosinus des gesuchten Einfallswinkels entspricht. In der Praxis ist aufgrund von Störungen wie diffusem Störschall oder Raumhall die Annahme einer Punktquelle selten erfüllt, weshalb x_1 gewöhnlich nicht auf den 20 erwarteten Wertebereich $[-1,1]$ beschränkt ist. Bevor der Einfallswinkel θ berechnet werden kann, ist daher noch eine Korrektur erforderlich, die x_1 auf das genannte Intervall beschränkt. Wurde zum Zeitpunkt T für jede Frequenz f der Einfallswinkel $\theta(f,T)$ bestimmt, ergibt sich das Spektrum des gewünschten Signals innerhalb einer Richthyperbel mit Scheitel beim Winkel $\theta = \theta_0$ durch einfache frequenzweise 25 Multiplikation mit dem Spektrum eines der Mikrofone, also $M_1(f,T)K(\theta(f,T) - \theta_0)$. Unter Umständen ist es vorteilhaft, $K(\theta(f,T) - \theta_0)$ vor Ausführung der Multiplikation spektral zu glätten. Eine Glättung, deren Ergebnis als $F_{\theta_0}(f,T)$ bezeichnet sei, erhält man z.B. durch Anwendung eines Diffusionsoperators. In Fällen, in denen durch Störeinflüsse die Größe x , die zur Berechnung des Einfallswinkels dient, außerhalb ihres 30 Wertebereichs liegt, ist es vorteilhaft, die entsprechende spektrale Komponente des Mikrofonsignals abzuschwächen, da zu vermuten ist, dass sich Störsignale überlagert haben. Dies geschieht z.B. durch Anwendung einer Korrekturfunktion,

deren Argument die Größe x_1 ist. Sei $M(f,T)$ das korrigierte Mikrofonsignal, dann schreibt sich die Erzeugung des gewünschten Signalspektrums inklusive spektraler Glättung und Korrektur als $S_{90}(f,T) = F_{90}(f,T)M(f,T)$. Aus $S_{90}(f,T)$ entsteht durch inverse Fouriertransformation das Zeitsignal $s_{90}(t)$ für die entsprechende Richthyperbel mit

5 Scheitelwinkel θ_0 .

Anders ausgedrückt ist es eine Grundidee der Erfindung, verschiedene Schallquellen, beispielsweise den Fahrer und den Beifahrer in einem Kraftfahrzeug, räumlich voneinander zu unterscheiden und somit beispielsweise das Nutz-
10 Sprachsignal des Fahrers vom Stör-Sprachsignal des Beifahrers zu separieren, indem man die Tatsache ausnutzt, dass diese beiden Sprachsignale, also Schallsignale, in der Regel auch bei unterschiedlichen Frequenzen vorliegen. Die erfindungsgemäß vorgesehene Frequenzanalyse erlaubt also zunächst, das Gesamt-Schallsignal in die zwei Einzel-Schallsignale (nämlich vom Fahrer und vom
15 Beifahrer) aufzuspalten. Es muß dann "nur noch" mit Hilfe geometrischer Überlegungen anhand der jeweiligen Frequenz jedes der beiden Schallsignale und der zu ermittelnden Phasendifferenz zwischen dem Ausgangssignal des Mikrofons 1 und des Mikrofons 2, die jeweils diesem Schallsignal zugeordnet sind, die Einfallsrichtung jedes der beiden Schallsignale berechnet werden. Da die Geometrie
20 zwischen beispielsweise der Position des Fahrers, der Position des Beifahrers und der Position der Mikrofone, etwa in einer Freisprecheinrichtung im Kraftfahrzeug, bekannt ist, kann dann das weiter zu verarbeitende Nutz-Schallsignal aufgrund seines anderen Einfallswinkels vom Stör-Schallsignal separiert werden.

25 Es folgt ein detailliertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, das anhand der Abbildungen beschrieben wird.

Die Zeitsignale $m_1(t)$ und $m_2(t)$ zweier Mikrofone, die einen festen Abstand d zueinander haben, werden einem Rechenwerk (10) zugeführt (Fig. 4), wo
30 sie in einer Stereo-Abtast- und -Fourier-Transformator-Einheit (20) mit einer Abtastrate f_A diskretisiert und digitalisiert werden. Eine Folge von a Abtastwerten jeweils eines der Mikrofonsignale $m_1(t)$ und $m_2(t)$ wird durch Fourier-Transformation zum komplexwertigen Spektrum $M_1(f,T)$ bzw. $M_2(f,T)$ transformiert, wobei f die

Frequenz der jeweiligen Signalkomponente bezeichnet, und T den Zeitpunkt der Entstehung eines Spektrums angibt. Für die praktische Anwendung ist folgende Parameterwahl geeignet: $f_A = 11025$ Hz, $a=256$, $T a/2=t$. Wenn Rechenleitung und Speicherplatz es erlauben, ist jedoch $a=1024$ zu bevorzugen. Der Mikrofonabstand d 5 sollte kleiner sein als die halbe Wellenlänge der höchsten zu verarbeitenden Frequenz, welche sich aus der Abtastfrequenz ergibt, d.h. $d < c/4f_A$. Für die oben angegebene Parameterwahl eignet sich ein Mikrofonabstand $d = 20$ mm.

Die Spektren $M1(f,T)$ und $M2(f,T)$ werden einer 9-Berechnungseinheit mit 10 Spektrum-Korrektur (30) zugeführt, die aus den Spektren $M1(f,T)$ und $M2(f,T)$ einen Einfallsinkel $\theta(f,T)$ berechnet, der angibt, aus welcher Richtung relativ zur Mikrofonachse eine Signalkomponente mit Frequenz f zum Zeitpunkt T in die Mikrofone einfällt (Fig.1). Dazu wird $M2(f,T)$ durch $M1(f,T)$ komplex dividiert. $\phi(f,T)$ bezeichnet den Phasenwinkel dieses Quotienten. Wo Verwechslungen 15 ausgeschlossen sind, wird im folgenden das Argument (f,T) der zeit- und frequenzabhängigen Größen fortgelassen. Die genaue Rechenvorschrift zur Bestimmung von ϕ lautet gemäß der Eulerschen Formel und den Rechenregeln für komplexe Zahlen:

$$20 \quad \phi = \arctan((\text{Re1} * \text{Im2} - \text{Im1} * \text{Re2}) / (\text{Re1} * \text{Re2} + \text{Im1} * \text{Im2})),$$

wobei Re1 und Re2 die Realteile und Im1 und Im2 die Imaginärteile von $M1$ bzw. $M2$ bezeichnen. Die Größe $x_1 = \phi c / 2\pi f d$ entsteht mit Hilfe der Schallgeschwindigkeit c aus dem Winkel ϕ , auch x_1 ist frequenz- und zeitabhängig: $x_1 = x_1(f,T)$. Der Wertebereich 25 von x_1 muss in der Praxis mit Hilfe einer Korrekturfunktion $x = K_1(x_1)$ (Fig. 7) auf das Intervall $[-1,1]$ beschränkt werden. Auf die so berechnete Größe x wird durch Anwendung der Arcuskosinus-Funktion ein Einfallsinkel θ der betrachteten Signalkomponente errechnet, welcher von der Mikrofonachse zu messen ist, d.h. von der durch die Positionen der beiden Mikrofone definierten Geraden (Fig. 1). Unter 30 Berücksichtigung aller Abhängigkeiten lautet damit der Einfallsinkel einer Signalkomponente mit Frequenz f zum Zeitpunkt T: $\theta(f,t) = \arccos(x(f,T))$. Des weiteren wird mit Hilfe einer zweiten Korrekturfunktion $K_2(x_1)$ das Mikrofonspektrum

korrigiert (Fig. 7): $M(f,T)=K2(x1)M1(f,T)$. Diese Korrektur dient dazu, in Fällen, in denen die erste Korrekturfunktion greift, die entsprechende Signalkomponente zu reduzieren, da zu vermuten ist, dass sich Störungen überlagert haben, die das Signal verfälschen. Die zweite Korrektur ist optional, alternativ kann auch $M(f,T)=M1(f,T)$ gewählt werden; $M(f,T)=M2(f,T)$ ist ebenfalls möglich.

Das Spektrum $M(f,T)$ wird zusammen mit dem Winkel $\theta(f,T)$ einem oder mehreren Signalgeneratoren (40) zugeführt, wo mit Hilfe einer Zuordnungsfunktion $Z(\theta)$ (Fig. 2) und einem wählbaren Winkel θ_0 jeweils ein auszugebendes Signal $s_{\theta_0}(t)$ entsteht. Dies geschieht, indem zu einem Zeitpunkt T jede spektrale Komponente des Spektrums $M(f,T)$ mit der entsprechenden Komponente eines θ_0 -spezifischen Filters $F_{\theta_0}(f,T)$ multipliziert wird. $F_{\theta_0}(f,T)$ entsteht durch spektrale Glättung von $Z(\theta-\theta_0)$. Diese Glättung erfolgt z.B. durch spektrale Diffusion:

$$15 \quad F_{\theta_0}(f,T) = Z(\theta(f,T)-\theta_0) + D\Delta_f^2 Z(\theta(f,T)-\theta_0).$$

Dabei bezeichnet D die Diffusionskonstante, welche ein frei wählbarer Parameter größer oder gleich null ist. Der diskrete Diffusionsoperators Δ_f^2 ist eine Abkürzung für

$$20 \quad \Delta_f^2 Z(\theta(f,T)-\theta_0) = (Z(\theta(f-f_A/a,T)-\theta_0) - 2Z(\theta(f,T)-\theta_0) + Z(\theta(f+f_A/a,T)-\theta_0))/(f_A/a)^2.$$

Der auftretende Quotient f_A/a aus Abtastrate f_A und Anzahl a der Abtastwerte entspricht dem Abstand zweier Frequenzen im diskreten Spektrum. Durch Anwendung des so erzeugten Filters $F_{\theta_0}(f,T)$ entsteht ein Spektrum $S_{\theta_0}(f,T)=F_{\theta_0}(f,T)M(f,T)$, welches durch inverse Fouriertransformation in das Zeitsignal $s_{\theta_0}(t)$ übergeht.

Das von einem Signalgenerator (40) auszugebene Signal $s_{\theta_0}(t)$ entspricht dem Schallsignal innerhalb desjenigen Raumbereichs, der durch die Zuordnungsfunktion $Z(\theta)$ und den Winkel θ_0 definiert ist. Der Einfachheit halber wird in der gewählten Nomenklatur für verschiedene Signalgeneratoren nur von einer

Zuordnungsfunktion $Z(\theta)$ ausgegangen, verschiedene Signalgeneratoren benutzen lediglich verschiedene Winkel θ_0 . Praktisch spricht natürlich nichts dagegen, in jedem Signalgenerator auch eine eigene Form der Zuordnungsfunktion zu wählen. Die Anwendung von Zuordnungsfunktionen, welche über die Zugehörigkeit von 5 Signalkomponenten zu verschiedenen Raumbereichen entscheiden, ist einer der zentralen Gedanken der Erfindung. Eine Zuordnungsfunktion muss eine gerade Funktion sein, geeignete Funktionen sind z.B. $Z(\theta)=((1+\cos\theta)/2)^n$ mit einem Parameter $n>0$. Der Raumbereich, in welchem Signale mit weniger als 3db gedämpft werden, entspricht einer Hyperbel mit Öffnungswinkel $2\gamma_{3db}$ (Fig. 3) und Scheitel bei 10 dem Winkel θ_0 . Hierbei entspricht $2\gamma_{3db}$ dem Halbwertswinkel der Zuordnungsfunktion $Z(\theta)$ (Fig. 2), mit der angegebenen Formel für die Zuordnungsfunktion gilt $\gamma_{3db}=\text{arc cos}(2^{1-1/n}-1)$. Bei diesen zweidimensionalen geometrischen Überlegungen ist zu beachten, dass der tatsächliche Bereich des dreidimensionalen Raums, aus welchem mit dem beschriebenen Verfahren 15 Schallsignale extrahiert werden, ein Rotationshyperboloid ist, der durch Rotation der beschriebene Hyperbel um die Mikrofonachse entsteht.

Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf den Einsatz in Kraftfahrzeugen und Freisprecheinrichtungen beschränkt: Weitere Anwendungen 20 sind Konferenz-Telefonanlagen, bei denen mehrere Richthyperbeln in verschiedene Raumrichtungen gelegt werden, um die Sprachsignale einzelner Personen zu extrahieren und Rückkopplungen bzw. Echo-Effekte zu vermeiden. Des weiteren lässt sich das Verfahren mit einer Kamera kombinieren, wobei die Richthyperbel 25 stets in die gleiche Richtung blickt wie die Kamera, und so nur aus dem Bildbereich kommende Schallsignale aufgezeichnet werden. In Bildtelefonsystemen ist mit der Kamera zugleich ein Monitor verbunden, in den die Mikrofonanordnung ebenfalls eingebaut werden kann, um eine Richthyperbel senkrecht zur Monitor-Oberfläche zu generieren, denn es ist zu erwarten, dass sich der Sprecher vor dem Monitor befindet.

30

Eine ganz andere Klasse von Anwendungen ergibt sich, wenn man anstatt des auszugebenden Signals den ermittelten Einfallswinkel θ auswertet, indem man

z.B. zu einem Zeitpunkt T über Frequenzen f mittelt. Ein solche $\theta(T)$ -Auswertung kann zu Überwachungszwecken benutzt werden, wenn innerhalb eines ansonsten ruhigen Raums die Position einer Schallquelle geortet werden soll.

5 Das richtige "Ausschneiden" des gewünschten Bereichs entsprechend dem zu separierenden Nutz-Schallsignal aus einem Mikrofonspektrum muss nicht, wie in Figur 6 beispielhaft gezeigt, durch Multiplikation mit einer Filterfunktion erfolgen, deren Zuordnungsfunktion den in Figur 2 gezeigten beispielhaften Verlauf hat. Jede andere Art der Verknüpfung des Mikrofonspektrums mit einer Filterfunktion
10 ist geeignet, solange diese Filterfunktion und diese Verknüpfung dazu führen, dass Werte im Mikrofonspektrum umso stärker "gedämpft" werden, je weiter ihr zugeordneter Einfallsinkel θ vom bevorzugten Einfallsinkel θ_0 (beispielsweise der Richtung des Fahrers im Kraftfahrzeug) entfernt ist.

Bezugszeichenliste:

10 Rechenwerk zur Durchführung der erfindungsgemäßen
5 Verfahrensschritte

20 Stereo-Abtast- und -Fourier-Transformator-Einheit

30 9-Berechnungseinheit

40 Signalgenerator

a Anzahl der Abtastwerte, die zu Spektren M1 bzw. M2 transformiert
werden

10 d Mikrofonabstand

D Diffusionskonstante, wählbarer Parameter größer oder gleich Null

Δ_f^2 Diffusionsoperator

f Frequenz

f_A Abtastrate

15 K1 erste Korrekturfunktion

K2 zweite Korrekturfunktion

$m_1(t)$ Zeitsignal des ersten Mikrofons

$m_2(t)$ Zeitsignal des zweiten Mikrofons

M1(f,T) Spektrum zum Zeitpunkt T des ersten Mikrofonsignals

20 M2(f,T) Spektrum zum Zeitpunkt T des zweiten Mikrofonsignals

M(f,t) Spektrum zum Zeitpunkt T des korrigierten Mikrofonsignals

$s_{90}(t)$ erzeugtes Zeitsignal, entsprechend einem Winkel ϑ_0 der
Richthyperbel

S₉₀(f,T) Spektrum des Signals s₉₀(t)

25 γ_{3db} Winkel, welcher die Halbwertsbreite einer Zuordnungsfunktion
Z(ϑ) bestimmt

φ Phasenwinkel des komplexen Quotienten M2/M1

$\vartheta(f,T)$ Einfallswinkel einer Signalkomponente, gemessen von der
Mikrofonachse

30 ϑ_0 Winkel des Scheitels einer Richthyperbel, Parameter in Z($\vartheta-\vartheta_0$)

x, x₁ Zwischengrößen bei der 9-Berechnung

t Zeitbasis der Signalabtastung

WO 2005/076659

PCT/EP2005/050386

T Zeitbasis der Spektrumerzeugung
Z(9) Zuordnungsfunktion

Ansprüche

1. Verfahren zur Separierung von Schallsignalen von einer Mehrzahl von Schallquellen (S1, S2), umfassend die Schritte:

5 - Anordnen von zwei Mikrofonen (MIK1, MIK2) in einem vorbestimmten Abstand (d) zueinander;

- Erfassen der Schallsignale mit beiden Mikrofonen (MIK1, MIK2) und Erzeugen zugeordneter Mikrofonsignale (m1, m2); und

- Separieren des Schallsignals einer der Schallquellen (S1) von den Schallsignalen der anderen Schallquellen (S2) basierend auf den Mikrofonsignalen (m1, m2),

10 wobei der Schritt des Separierens die Schritte umfaßt:

15 - Fourier-Transformieren der Mikrofonsignale zur Ermittlung ihrer Frequenzspektren (M1, M2);

- Bestimmen der Phasendifferenz (ϕ) zwischen den beiden Mikrofonsignalen (m1, m2) für jede Frequenzkomponente ihrer Frequenzspektren (M1, M2);

20 - Bestimmen des Einfallswinkels (θ) jedes einer Frequenz der Frequenzspektren (M1, M2) zugeordneten Schallsignals basierend auf der Phasendifferenz (ϕ) und der Frequenz;

25 - Erzeugen eines Signalspektrums (S) eines auszugebenden Signals durch Verknüpfen eines der beiden Frequenzspektren (M1, M2) mit einer Filterfunktion (F_{90}), die derart gewählt ist, dass Schallsignale aus einer Umgebung (γ_{3dB}) um einen bevorzugten Einfallswinkel (θ_0) herum relativ zu Schallsignalen von außerhalb dieser Umgebung (γ_{3dB}) verstärkt werden; und

30 - Inverses Fourier-Transformieren des derart erzeugten Signalspektrums, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterfunktion (F_{90}) θ -abhängig ist und unter Variation von θ ein Maximum bei dem bevorzugten Einfallswinkel (θ_0) aufweist, und die Verknüpfung der Filterfunktion (F_{90}) mit einem der beiden Frequenzspektren eine Multiplikation derselben umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterfunktion (F_{90}) die Form aufweist:

$$F_{90}(f, T) = Z(\theta - \theta_0) + D \Delta_f^2 Z(\theta - \theta_0)$$

wobei

5 f die jeweilige Frequenz

T der Zeitpunkt der Ermittlung der Frequenzspektren (M1, M2)

Z($\theta - \theta_0$) eine Zuordnungsfunktion mit Maximum bei θ_0

D ≥ 0 eine Diffusionskonstante, und

Δ_f^2 ein diskreter Diffusionsoperator ist.

10

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuordnungsfunktion (Z) die Form aufweist:

$$Z(\theta - \theta_0) = \left(\frac{1 + \cos(\theta - \theta_0)}{2} \right)^n$$

wobei n > 0 ist.

15

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung des Einfallswinkels θ über die Beziehung

$$\theta = \arccos(x(f, T))$$

erfolgt mit

20

$$x(f, T) = \varphi c / 2\pi f d$$

wobei

φ die Phasendifferenz zwischen den beiden Mikrofonsignalkomponenten

(m1, m2)

c die Schallgeschwindigkeit

25

f die Frequenz der Schallsignalkomponente und

d der vorbestimmte Abstand der beiden Mikrofone (MIK1, MIK2) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner den Schritt umfasst:

30

Begrenzen des Werts von x(f, T) auf das Intervall [-1, 1].

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner den Schritt umfasst:

Reduzieren von Signalkomponenten, für die der Wert von $x(f,T)$ vor der Begrenzung außerhalb des Intervalls [-1, 1] lag.

5

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend:

- zwei Mikrofone (MIK1, MIK2);
- eine an die Mikrofone angeschlossene Abtast- und Fourier-Transformationseinheit (20) zum Diskretisieren, Digitalisieren und Fourier-Transformieren der Mikrofonsignale (m1, m2);
- eine an die Abtast- und Fourier-Transformationseinheit (20) angeschlossene Berechnungseinheit (30) zur Berechnung des Einfallswinkels (θ) jeder Schallsignalkomponente; und
- wenigstens einen an die Berechnungseinheit (30) angeschlossenen Signalgenerator (40) zur Ausgabe des separierten Schallsignals, wobei der wenigstens eine Signalgenerator (40) Mittel zum Multiplizieren einer der Fourier-Transformierten (M1, M2) mit einer Filterfunktion (F_{θ_0}) umfasst, die θ -abhängig ist und unter Variation von θ ein Maximum bei einem bevorzugten Einfallswinkel (θ_0) aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (d) zwischen den Mikrofonen der Relation genügt:

$$d < c/4f_A$$

25 wobei c die Schallgeschwindigkeit und f_A die Abtastfrequenz der Abtast- und Fourier-Transformationseinheit (20) ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung für jede zu separierende Schallquelle (S1, S2) einen Signalgenerator 30 (40) umfaßt.

1/4

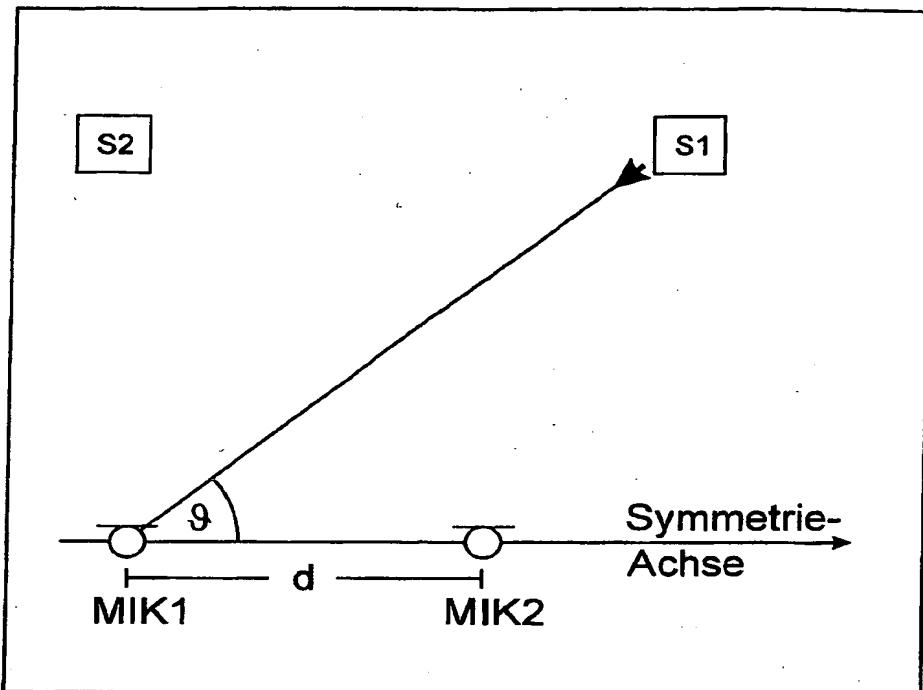


Fig. 1

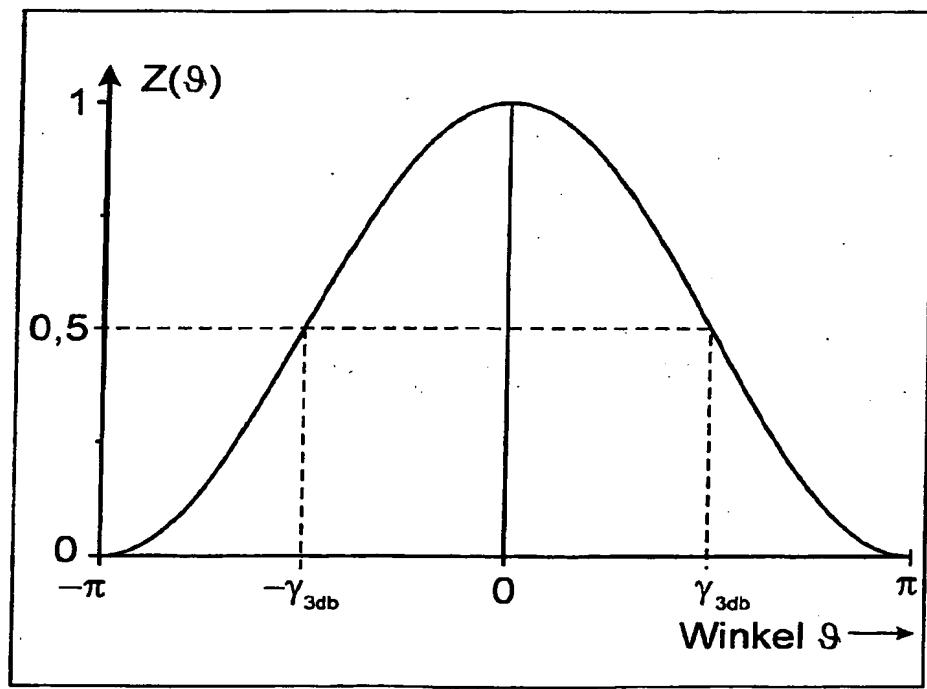


Fig. 2

2/4

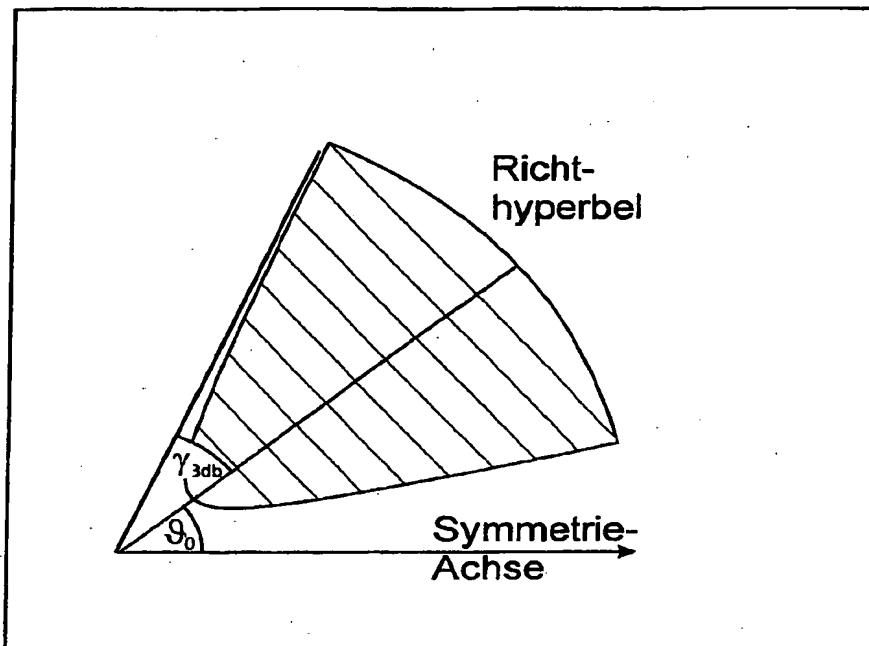


Fig. 3

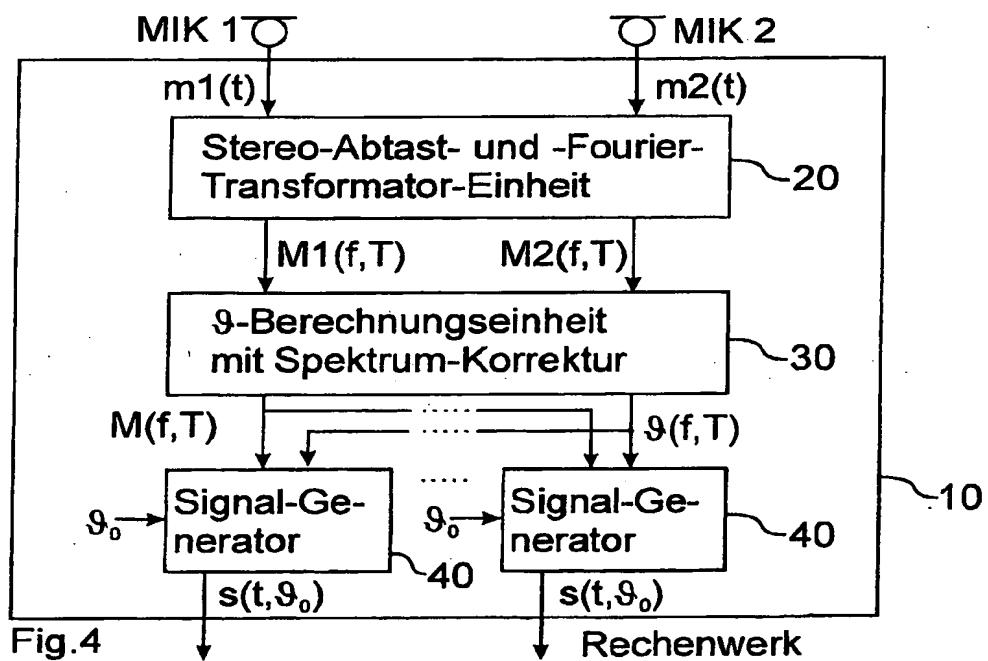
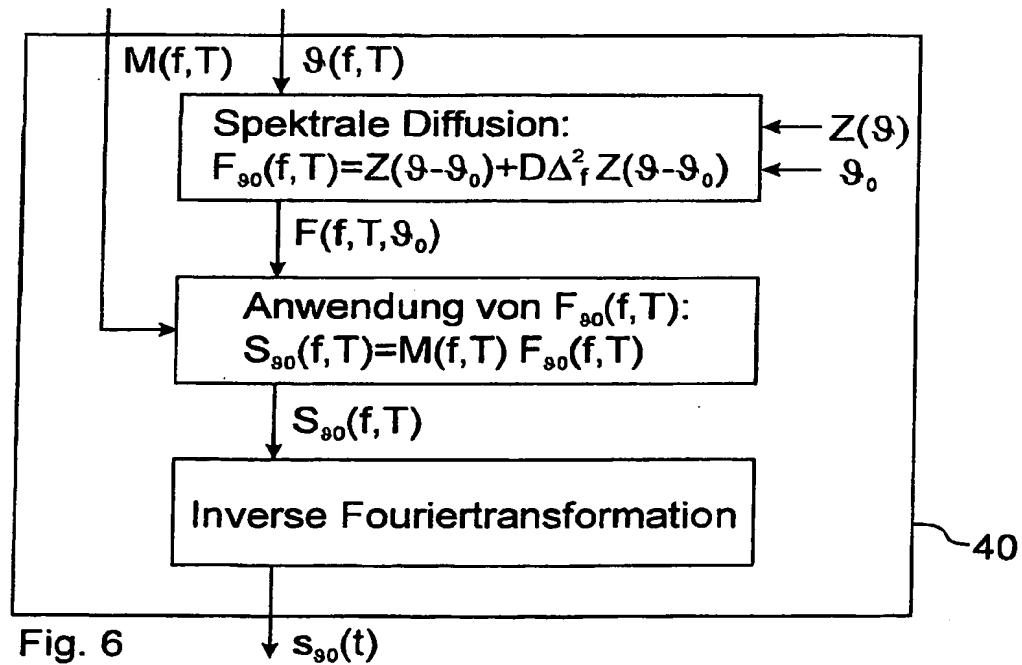
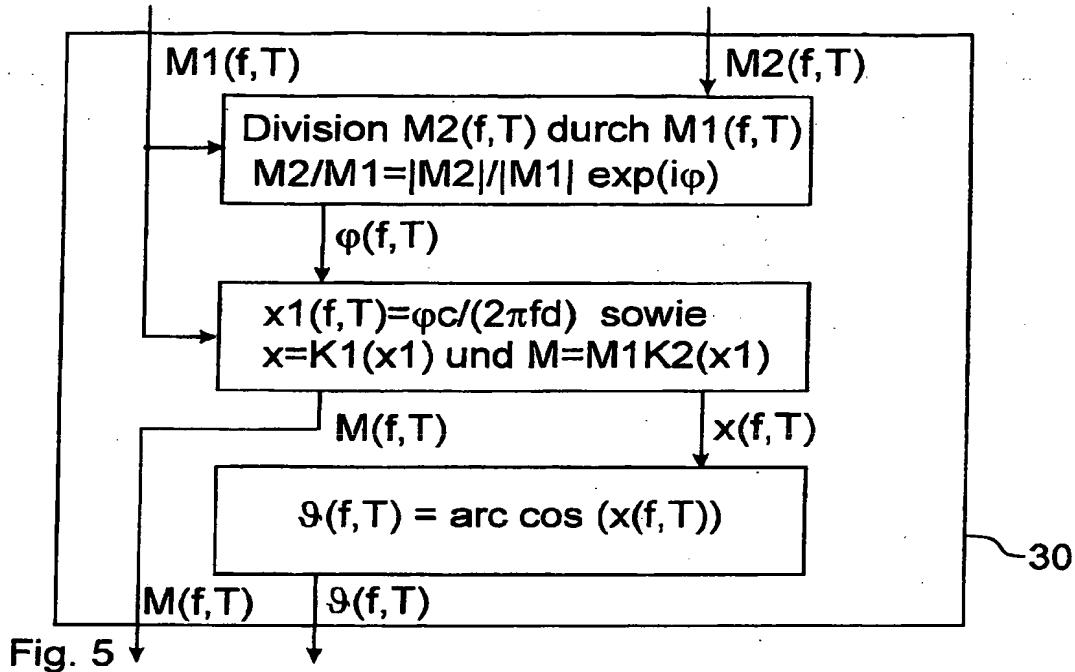


Fig. 4

3/4



4/4

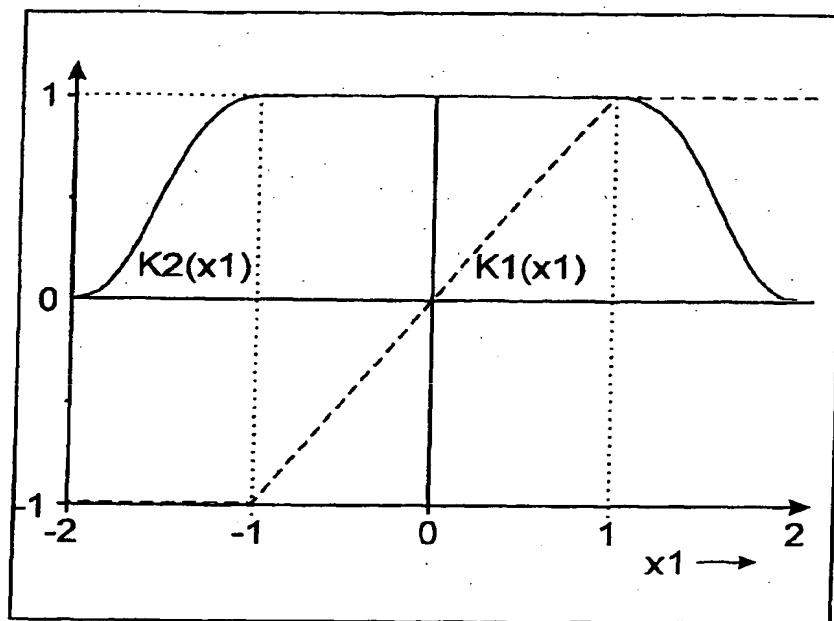


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP2005/050386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 HO4R3/00 HO4R1/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 HO4R GO1S G10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 539 859 A (ROBBE ET AL) 23 July 1996 (1996-07-23) column 1, lines 5-10 column 1, line 61 - column 2, line 34 column 4, line 64 - column 5, line 42 figures 1a,1b,2 -----	1,3,5-7
A	EP 0 831 458 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 25 March 1998 (1998-03-25) paragraph '0001! paragraph '0023! figure 1 ----- -/-	1,7

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 May 2005

Date of mailing of the International search report

02/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fachado Romano, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat'l Application No
PCT/EP2005/050386

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/061732 A (THOMSON LICENSING S.A; PARRA, LUCAS, CRISTOBAL; ALVINO, CHRISTOPHER; S) 8 August 2002 (2002-08-08) cited in the application page 1, lines 5-10 page 7, lines 1-12 figure 2	1, 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

 Intern Application No
 PCT/EP2005/050386

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5539859	A 23-07-1996	FR	2687496 A1	20-08-1993
		AT	159373 T	15-11-1997
		AU	662199 B2	24-08-1995
		AU	3285493 A	19-08-1993
		DE	69314514 D1	20-11-1997
		DE	69314514 T2	12-02-1998
		DK	557166 T3	03-11-1997
		EP	0557166 A1	25-08-1993
		ES	2107635 T3	01-12-1997
		FI	930655 A	19-08-1993
		GR	3025804 T3	31-03-1998
		NZ	245850 A	27-11-1995
EP 0831458	A 25-03-1998	CA	2215746 A1	18-03-1998
		DE	69732329 D1	03-03-2005
		EP	0831458 A2	25-03-1998
		JP	3355598 B2	09-12-2002
		JP	10313497 A	24-11-1998
		US	6130949 A	10-10-2000
		JP	3384540 B2	10-03-2003
		JP	10313498 A	24-11-1998
		JP	3379083 B2	17-02-2003
		JP	10313500 A	24-11-1998
WO 02061732	A 08-08-2002	DE	60203379 D1	28-04-2005
		EP	1371058 A1	17-12-2003
		JP	2004523752 T	05-08-2004
		MX	PA03006668 A	24-10-2003
		WO	02061732 A1	08-08-2002
		US	2004072336 A1	15-04-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internes Aktenzeichen
PCT/EP2005/050386

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04R3/00 H04R1/26

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04R G01S G10L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 539 859 A (ROBBE ET AL) 23. Juli 1996 (1996-07-23) Spalte 1, Zeilen 5-10 Spalte 1, Zeile 61 - Spalte 2, Zeile 34 Spalte 4, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 42 Abbildungen 1a,1b,2 -----	1,3,5-7
A	EP 0 831 458 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 25. März 1998 (1998-03-25) Absatz '0001! Absatz '0023! Abbildung 1 ----- -/-	1,7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch ein das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

g Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

26. Mai 2005

02/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fachado Romano, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHTIntern des Aktenzeichen
PCT/EP2005/050386**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02/061732 A (THOMSON LICENSING S.A; PARRA, LUCAS, CRISTOBAL; ALVINO, CHRISTOPHER; S) 8. August 2002 (2002-08-08) in der Anmeldung erwähnt Seite 1, Zeilen 5-10 Seite 7, Zeilen 1-12 Abbildung 2 -----	1,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern	Aktenzeichen
PCT/EP2005/050386	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5539859	A	23-07-1996	FR	2687496 A1		20-08-1993
			AT	159373 T		15-11-1997
			AU	662199 B2		24-08-1995
			AU	3285493 A		19-08-1993
			DE	69314514 D1		20-11-1997
			DE	69314514 T2		12-02-1998
			DK	557166 T3		03-11-1997
			EP	0557166 A1		25-08-1993
			ES	2107635 T3		01-12-1997
			FI	930655 A		19-08-1993
			GR	3025804 T3		31-03-1998
			NZ	245850 A		27-11-1995
EP 0831458	A	25-03-1998	CA	2215746 A1		18-03-1998
			DE	69732329 D1		03-03-2005
			EP	0831458 A2		25-03-1998
			JP	3355598 B2		09-12-2002
			JP	10313497 A		24-11-1998
			US	6130949 A		10-10-2000
			JP	3384540 B2		10-03-2003
			JP	10313498 A		24-11-1998
			JP	3379083 B2		17-02-2003
			JP	10313500 A		24-11-1998
WO 02061732	A	08-08-2002	DE	60203379 D1		28-04-2005
			EP	1371058 A1		17-12-2003
			JP	2004523752 T		05-08-2004
			MX	PA03006668 A		24-10-2003
			WO	02061732 A1		08-08-2002
			US	2004072336 A1		15-04-2004